

明 細 書

符号化装置

技術分野

- [0001] 本発明は、オーディオ信号のスペクトルを効率的に圧縮符号化し、圧縮符号化された信号を復号化して高音質のオーディオ信号を生成するための符号化装置に関する。

背景技術

- [0002] オーディオ符号化の目的は、デジタル化されたオーディオ信号をできるだけ効率的に圧縮、伝送し、デコーダにおける復号化処理によって、できるだけ高い品質のオーディオ信号を再生することにある。図1は、オーディオ信号の一般的な圧縮符号化処理及び復号化処理を行なう従来のエンコーダ200とデコーダ210の構成を示す図である。上記の一例として、オーディオ信号のもっとも一般的な圧縮方法を図1に示す。従来のエンコーダ200は、フレーム分割部201、スペクトル変換部202及びスペクトル符号化部203を備える。フレーム分割部201は、時間領域において、入力されたオーディオ信号を、連続する一定個数のサンプルからなるフレームに分割する。スペクトル変換部202は、それぞれのフレームの入力オーディオ信号のサンプルを周波数領域のスペクトル信号に変換する。スペクトル符号化部203は、一般的に帯域幅と呼ばれる、ある周波数帯域までのスペクトル信号を量子化し、その結果を符号情報(ビットストリーム)として出力する。出力されたビットストリームは、例えば、伝送路を介して、又は、記録媒体を介してデコーダ210に送られる。一方、エンコーダ200からの符号情報を入力ビットストリームとして取得したデコーダ210は、スペクトル復号化部204、スペクトル逆変換部205及びフレーム結合部206を備える。スペクトル復号化部204は、入力ビットストリームの符号情報を逆量子化することによって、スペクトル信号を得る。得られたスペクトル信号は、スペクトル逆変換部205において時間信号に変換される。これにより、フレーム単位のオーディオ信号が生成される。各フレームのオーディオ信号は、フレーム結合部206において結合され、出力オーディオ信号となる。

[0003] 図2は、従来の低ビットレートの符号化により、高い周波数の信号が欠落したオーディオ信号の一例を示す図である。ここで、オーディオ信号を表すために使用できる単位時間当たりの符号量であるビットレートが低下すると、符号化されるオーディオ信号の帯域幅301も減少する。この時、高域成分(高い周波数の信号)は、低域成分(低い周波数の信号)と比較して聴覚的な重要度が低いため、高域成分から先に、符号化される帯域が削減されることになる。結果として、低ビットレートにおいては、図2に示すように、高い周波数のトーン信号303や、低域成分の調波構造(ハーモニクス)として存在していた高域成分304が欠落する。通常、従来のデコーダで復号される範囲302は、符号化される信号の帯域幅301に等しく、それに伴い、聴感的な音質も低下する。帯域拡張技術(Band Width Extension)は、低ビットレートの符号化において、上記のような理由で失われた高域成分を補償する技術であり、その代表例として、ISO/IEC 14496-3 MPEG-4 Audioとして標準方式として定められたSBR(Spectral Band Replication)方式がある。当該技術については、特許文献1にもその記載がある。

[0004] 本発明の従来技術の一例としてSBR方式を適用する場合を用いる。図3は、SBR方式による符号化ビットストリームを復号化するデコーダ400の構成を示すブロック図である。デコーダ400は、SBR方式により帯域を拡張する機能を備えたデコーダであって、ビットストリーム分離部401、コアオーディオ復号部402、分析サブバンドフィルタ部403、帯域拡張部404及び合成サブバンドフィルタ部405を備える。まず、入力ビットストリームは、ビットストリーム分離部401において、低域部のオーディオスペクトル信号を符号化したものであるコアオーディオ部のビットストリームと、コアオーディオ部に符号化されている低域部の信号を用いて高域部の信号を生成するための帯域拡張情報を符号化したものである帯域拡張部のビットストリームとに分離される。コアオーディオ復号部402は、コアオーディオ部のビットストリームを復号し、低域成分の時間信号を生成する。コアオーディオ復号部402としては、既存のいかなる復号化部を用いても良いが、例えばMPEG-4 Audioの場合、同じくMPEG-4規格であるAAC方式を用いる。復号された低域成分の信号は、分析サブバンドフィルタ部403において、Mチャンネルのサブバンド信号に分割される。以降の帯域拡張処理は、この

サブバンド信号(低域サブバンド信号)に対して行なわれる。帯域拡張部404は、ビットストリーム中の帯域拡張部に含まれる帯域拡張情報を用いて、低域サブバンド信号を加工し、新たに高域成分の信号を表す高域サブバンド信号を生成する。生成された高域サブバンド信号は、低域サブバンド信号と合わせてNチャンネルのサブバンド信号として、合成サブバンドフィルタ部405に入力され、合成処理を経て出力オーディオ信号となる。同図では、合成フィルタM～合成フィルタN-1の出力オーディオ信号が帯域拡張された信号を示している。なお、ここで用いられるサブバンド信号は、時間信号であるオーディオ信号を、周波数方向へのサブバンド分割と各サブバンドに含まれる時間サンプルの2次元配置により表現したものと見なせる。

[0005] 図4は、図3に示した帯域拡張部404が低域サブバンド信号を加工して高域サブバンド信号を生成する処理を示す図である。複製された高域サブバンド信号501は、低域サブバンド信号502を高域側に複製することによって生成される。この複製処理の過程においては、逆フィルタリング処理503により、低域サブバンド信号のトーン性が抑制される。トーン性の抑制度合いは、チャープファクタ504と呼ばれる値(請求項でいう「調整係数」に相当)によって制御される。複数の連続するサブバンドをグループ化し、そのグループに対して、同一のチャープファクタを適用するが、以降そのグループをチャープファクタバンドと呼ぶ。ここで、典型的なD次の逆フィルタを次式に示す。

[0006] [数1]

$$X_{\text{high}}(t,k) = X_{\text{low}}(t,p(k)) + \sum_{i=0}^{I=D-1} B_j^i \alpha_i X_{\text{low}}(t-i,p(k))$$

[0007] ここで、 $X_{\text{high}}(t,k)$ は、生成される高域サブバンド信号、 $X_{\text{low}}(t,k)$ は低域サブバンド信号、 t は時間サンプル位置、 k はサブバンド番号、 a_i は $X_{\text{low}}(t,k)$ から線形予測によって算出される線形予測係数、 $p(k)$ は、 k 番目の高域サブバンド信号に対応する低域サブバンド信号を与えるためのマッピング関数、 B_j は高域サブバンド信号 $X_{\text{high}}(t,k)$ に対して設定されるチャープファクタバンド b_j に対応するチャープファクタである。

[0008] 逆フィルタリングの技術的な詳細および、マッピング関数 $p(k)$ を決定する方法については、本発明で開示する内容には含まれないので、その説明を省略する。また、チ

チャープファクタ B_j については、0以上1以下の値を取り、トーン性抑制効果は $B_j = 1$ において最大となり、 $B_j = 0$ において最小となる。チャープファクタバンドのグループ化情報と、それぞれのチャープファクタバンドに対するチャープファクタは、符号化され、ビットストリームに組み込まれて伝送される。

[0009] 続いて、生成された高域サブバンド信号は、原音の高域サブバンド信号に類似する周波数特性となるように、そのエンベロープ形状(おおまかに表した信号エネルギー分布)が調整される。このようなエンベロープ形状の調整方法を示す例としては、特許文献2が挙げられる。時間／周波数の二次元表現である高域サブバンド信号は、まず時間方向への「時間セグメント」に分割され、続いて周波数方向への「周波数バンド」に分割される。図5に、この高域サブバンド信号分割処理を示す。図5は、高域サブバンド信号を時間セグメントと周波数バンドとに分割する分割方法の一例を示す図である。矢印601は高域サブバンド信号の時間方向への分割を示し、矢印602は周波数方向への分割を示している。時間および周波数方向に分割された各領域(「エネルギーバンド」と呼ぶ)内の高域サブバンド信号は、各領域に対して与えられたエネルギー値に対応する様にスケーリングされる。エンベロープ形状調整に用いられる時間／周波数方向への分割情報と、分割された各領域に対するエネルギー値は、エンコード200において符号化され、ビットストリームに組み込まれて伝送される。

[0010] さらに、前記のエネルギーのエンベロープ形状調整に加えて、生成される高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比も、生成される信号の表現力を高め、より入力信号に近い音質を実現するために重要な要素である。もし、生成される高域サブバンド信号において、部分的にノイズ性の成分が不足している場合には、人工的なノイズ成分を付加し、これを補う必要がある。同様に、部分的にトーン性の成分が不足している場合には、人工的なトーン成分(サイン波)を付加する。ノイズ成分の付加は、「ノイズバンド」と呼ばれる領域に対して行なわれ、また、サイン信号の付加は、「トーンバンド」と呼ばれる領域に対して行なわれる。図6(a)～(c)は、図5のように分割された高域の領域を、エネルギー、ノイズ及びトーンの別にグループ化した場合に得られる高域サブバンド信号の分割の一例を示す図である。前記エネルギーバンドとノイズバンド、トーンバンドの関係を図6(a)～(c)に示す。図6(a)の時間－周波数空間の区分は、高域

サブバンド信号のエンベロープ形状調整のために同じエネルギー値が与えられる領域を示している。同図において、時間一周波数空間の分割方法701では $e_i(i=0,1, \dots, 23)$ で示される領域がエネルギーバンドを示している。図6(b)の時間一周波数空間の分割方法702では $q_i(i=0,1, \dots, 5)$ で示される領域がノイズバンドを示している。また、ノイズバンドの区分とチャープファクタバンドの区分とは共通である。さらに、図6(c)の時間一周波数空間の分割方法703では、 $h_i(i=0,1, \dots, 17)$ で示される領域がトーンバンドを示している。人工的なサイン波の付加は、図6(c)のサイン波のトーン信号が付加されるサブバンド704に示される様に、トーンバンド h_{16} に含まれる高域サブバンド信号において、その中央にあるサブバンドに対して行なわれる。ノイズバンドおよびトーンバンドの分割情報と、各ノイズバンドに対するノイズ付加量と、各トーンバンドにおける付加トーン信号の有無は、エンコーダにおいて符号化され、ビットストリームに組み込まれて伝送される。

[0011] ここで、前記エネルギーバンド、ノイズバンド(チャープファクタバンド)およびトーンバンドにおける各信号エネルギーの算出方法について説明する。以降の説明において、 $B(t,k)$ 、 $E(t,k)$ 、 $Q(t,k)$ 、 $H(t,k)$ を、それぞれ高域サブバンド信号の時間／周波数表現における時間サンプル t 、周波数バンド k で示される信号に対するチャープファクタ、エネルギー値、信号内のノイズ成分の比率、付加トーン信号の有無を表すフラグとする。また表記上の規則として、例えば、あるエネルギーバンド e_i に含まれるすべての (t,k) で示される信号点(サンプル)について、 $E(t,k)=E_i$ とする。チャープファクタバンド b_i 、ノイズバンド q_i 、トーンバンド h_i においても、それぞれ $B(t,k)$ 、 $Q(t,k)$ 、 $H(t,k)$ に対して同様のマッピングが行なわれる。図7は、同一エネルギーバンドにおいて、低域サブバンド信号から複製される高域サブバンド信号と、人工的に付加されるノイズ成分またはトーン成分とのエネルギー比を示す表である。低域サブバンド信号から複製された高域サブバンド信号、人工的に付加されるノイズ成分、人工的に付加されるトーン成分のそれぞれに対するエネルギー値は、図7に示される様に算出される。

[0012] このエネルギー値算出において重要な点は、低域サブバンド信号から複製された高域サブバンド信号、人工的に付加されるノイズ成分および、人工的に付加されるトーン成分の3つのエネルギー値の合計は、常に $E(t,k)$ に等しくなることである。また、ノイズ

成分の比率 $Q(t,k)$ は、全信号エネルギー $E(t,k)$ を、複製された高域サブバンド信号と、人工的に付加されるノイズ成分もしくはトーン成分の2つに分離する役割を果たしていることになる。

- [0013] 以上で説明した帯域拡張処理に必要なパラメータは、高音質かつ文法的に正しいビットストリームを生成するために、エンコーダにおいて適切に設定されなければならない。とくに、高域サブバンド信号のエネルギー値、チャープファクタ、トーン性信号の有無およびノイズ成分の割合を正しく算出するためには、時間／周波数表現された入力信号を分析する手法が必要とされる。これらの情報が正しく算出されなければ、例えば、ノイズ成分の割合が高すぎれば再生音もノイジーとなり、また、不適切なトーン成分の付加や逆フィルタリングによっては、こもった音質となったり、最悪の場合、音が歪んでしまうことになる。これらの情報のうち、チャープファクタの算出方法については、特許文献3において、その例が開示されている。この方法によれば、入力信号の高域信号のトーン／ノイズ比と、低域信号を高域に複製して生成された信号のトーン／ノイズ比とを比較し、簡単な数式に当てはめることによって、チャープファクタを算出することができる。また、ノイズ成分の割合を算出する方法については、特許文献4において、その例が示されている。この方法によれば、時間信号である入力信号は、時間フレームに分割され、フーリエ変換によりスペクトル係数に変換される。算出したスペクトル係数に対して、「ピークフロア」、「ディップフロア」と呼ばれる、それぞれスペクトル係数の山の部分と谷の部分を表す指針を設定し、これらの2つの指針から導き出されるノイズ成分のスペクトルエネルギー値から、ノイズ成分の割合を決定する。

特許文献1: 国際公開特許WO98／57436号公報

特許文献2: 国際公開特許WO01／26095号公報

特許文献3: 米国公開特許US2002／0087304号公報

特許文献4: 国際公開特許WO00／45379号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0014] しかしながら、従来の方法では、例えば高域信号のトーン／ノイズ比と低域信号か

ら複製された高域信号のトーン／ノイズ比とを簡単な数式に当てはめることによってチャープファクタを算出する場合では、チャープファクタの算出において、原音の高域信号のトーン／ノイズ比が非常に大きかったり、低域信号から複製された高域信号のトーン／ノイズ比が非常に低かったりする場合などに、適切なチャープファクタを算出できない場合がある。その結果、不適切なチャープファクタを用いた結果として音質が低下するという問題があった。また、原音の高域信号をフーリエ変換することによって高域信号のスペクトル係数の山と谷とを正確に解析する場合、チャープファクタもしくはノイズ成分の割合を算出するにあたって、フーリエ変換されたスペクトル係数においてエネルギー値算出を行なう必要があり、処理演算量の増加に繋がっていた。

- [0015] この問題を解決するために、本発明は、フーリエ変換等の計算負荷の高い処理を用いることなく、適切なチャープファクタを求めることができる符号化装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0016] 上記課題を解決するために、本発明の符号化装置は、区分された時間一周波数領域において、低周波領域に属する信号を複製して、高周波領域に属する信号を生成するための情報を含んだ符号化信号を生成する符号化装置であって、特定の周波数に信号成分が偏在するトーンと、周波数に関係なく信号成分が存在するノイズとについて、区分された前記高周波領域の信号のトーン／ノイズ比と、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号のトーン／ノイズ比とを、線形予測処理を用いて算出するトーン／ノイズ比算出手段と、前記低周波領域と前記高周波領域との信号について算出されたトーン／ノイズ比に基づいて、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号のトーン性を調整する調整係数を算出する調整係数算出手段と、算出された前記調整係数を含む符号化信号を生成する符号化手段とを備える。

発明の効果

- [0017] 本発明によれば、入力信号および複製信号のトーン／ノイズ比と、適切なチャープファクタとを多元的に評価することにより、より適切なチャープファクタを算出し、適用することができる。従って、再生音の品質を向上させることができる。

[0018] また、サブバンド信号に対する処理により、チャープファクタ、ノイズ成分の割合およびトーン成分の有無を系統的に決定することによって、より少ない処理量で、適切な情報を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、オーディオ信号の一般的な圧縮符号化処理及び復号化処理を行なう従来のエンコーダとデコーダの構成を示す図である。

[図2]図2は、従来の低ビットレートの符号化により、高い周波数の信号が欠落したオーディオ信号の一例を示す図である。

[図3]図3は、SBR方式による符号化ビットストリームを復号化する従来のデコーダの構成を示すブロック図である。

[図4]図4は、図3に示した帯域拡張部が低域サブバンド信号を加工して高域サブバンド信号を生成する処理を示す図である。

[図5]図5は、高域サブバンド信号を時間セグメントと周波数バンドとに分割する分割方法の一例を示す図である。

[図6]図6(a)～(c)は、図5のように分割された高域の領域を、エネルギー、ノイズ及びトーンの別にグループ化した場合に得られる高域サブバンド信号の分割の一例を示す図である。

[図7]図7は、同一エネルギーバンドにおいて、低域サブバンド信号から複製される高域サブバンド信号と、人工的に付加されるノイズ成分またはトーン成分とのエネルギー比を示す表である。

[図8]図8は、本実施の形態のエンコーダの構成を示すブロック図である。

[図9]図9は、図8に示した帯域拡張情報符号化部の構成を示すブロック図である。

[図10]図10は、入力高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比と、低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比とに基づいて、低域サブバンド信号のトーン性抑制の可否を示す図である。

[図11]図11は、算出されるチャープファクタ B_i と、低域サブバンド信号と入力高域サブバンド信号との2つのトーン／ノイズ比の関係を図示したものである。

[図12]図12(a)～(c)は、隣接しあうサブバンド信号のエネルギーを比較して、トーンバ

ンド中のトーン成分の位置を判定する例を示す図である。

[図13]図13は、隣接しあうサブバンドのエネルギーを比較することによって、当該サブバンドにトーン成分があるか否かを判定するための表である。

[図14]図14は、図9に示したチャープファクタ算出部の動作を示すフローチャートである。

[図15]図15は、図9に示したトーン信号付加決定部の動作を示すフローチャートである。

符号の説明

[0020]	100	エンコーダ
	101	領域分割部
	102	領域分割情報
	103	エネルギー算出部
	104	チャープファクタ算出部
	105	トーン信号付加決定部
	106	ノイズ成分量算出部
	107	ビットストリーム算出部
	200	エンコーダ
	201	フレーム分割部
	202	スペクトル変換部
	203	スペクトル符号化部
	204	スペクトル復号化部
	205	スペクトル逆変換部
	206	フレーム結合部
	210	デコーダ
	301	符号化される信号の帯域幅
	302	デコーダで復号される範囲
	303	高い周波数のトーン信号
	304	調波構造

- 400 デコーダ
- 401 ビットストリーム分離部
- 402 コアオーディオ復号部
- 403 分析サブバンドフィルタ
- 404 帯域拡張部
- 405 合成サブバンドフィルタ
- 501 複製された高域サブバンド信号
- 502 低域サブバンド信号
- 503 逆フィルタリング処理
- 504 チャープファクタ
- 601 時間方向への分割
- 602 周波数方向への分割
- 701 エネルギーバンド
- 702 ノイズバンド
- 703 トーンバンド
- 704 サイン波のトーン信号が付加されるサブバンド
- 901 コアオーディオ符号化部
- 902 分析サブバンドフィルタ
- 903 帯域拡張情報符号化部
- 904 ビットストリーム多重化部
- 1001 チャープファクタが「0」となる領域
- 1101 サブバンドエネルギー
- 1102 サブバンドエネルギー
- 1103 サブバンドエネルギー

発明を実施するための最良の形態

[0021] (実施の形態)

[0022] 以下では、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。本実施の形態では、低域のサブバンド信号を高域のサブバンドに複製し、複製された信号にトーン

信号又はノイズを重畳することにより高域のサブバンド信号を生成する場合について説明する。

[0023] 図8は、本実施の形態のエンコーダ100の構成を示すブロック図である。本実施の形態のエンコーダは、フーリエ変換などの負荷の高い計算方法を用いずに、簡単な方法で入力高域サブバンド信号を解析して、低域サブバンド信号から高域サブバンド信号を生成するための帯域拡張情報を符号化するエンコーダであって、コアオーディオ符号化部901、分析サブバンドフィルタ902、帯域拡張情報符号化部903およびビットストリーム多重化部904を備える。さらに、分析サブバンドフィルタ902は、分析フィルタと $1/N$ ダウンサンプリング部との N 個の組を備え、入力オーディオ信号を、 N チャンネルのサブバンド信号に帯域分割する。ここで、分析フィルタ0～($N-1$)は、バンドパスフィルタであって、入力されたサンプルと同数のサンプルを出力するので、この N チャンネルの各帯域の信号は、冗長性を取り除くために、 $1/N$ ダウンサンプリング部により、 $N:1$ の比率でダウンサンプリングされる。帯域拡張情報符号化部903は、サブバンド信号から帯域拡張処理に必要な情報を抽出し、符号化する。帯域拡張情報符号化部903の構成および動作については、後で詳しく説明する。一方、コアオーディオ符号化部901は、入力信号の低域成分を表す信号のみを取り出し符号化する。低域成分の符号化方法については、本発明の範囲に含まれないので説明を省略するが、例えばMPEG AAC方式など、既存のどのような符号化方式を用いても良い。低域成分の符号化結果と、帯域拡張情報の符号化結果は、ビットストリーム多重化部904において多重化され、出力ビットストリームが生成される。

[0024] 図9は、図8に示した帯域拡張情報符号化部903の構成を示すブロック図である。本実施の形態の帯域拡張情報符号化部903は、低域サブバンド信号を複製して高域サブバンド信号を生成するための帯域拡張情報を、フーリエ変換等の処理負荷の高い計算を用いることなく生成する処理部であって、領域分割部101、エネルギー算出部103、チャープファクタ算出部104、トーン信号付加決定部105及びノイズ成分算出部106を備える。チャープファクタ算出部104は、信号成分算出部111及び成分エネルギー算出部112を備える。また、ノイズ成分算出部106は、成分エネルギー算出部113を備える。帯域拡張情報符号化部903に入力されたサブバンド信号は、領域分

割部101において、高域部を複数の領域に分割される。領域の分割は、まず、図5に示したようにサブバンド信号を表す空間を時間方向と周波数方向とに分割しておいて、エネルギー値算出、チャープファクタ算出、ノイズ成分算出およびトーン成分算出のそれぞれに対してグループ化する。これにより、エネルギー値算出、チャープファクタ算出、ノイズ成分算出およびトーン成分算出ごとに決定された領域分割情報 e_i 、 b_i 、 q_i 、 h_i がビットストリーム多重化部904に出力される。なお、領域の分割方法としては、あらかじめ定められた固定の分割方法を用いても良いし、入力サブバンド信号を分析して、類似する信号が同一の領域に入るように、適応的に分割するように構成しても良い。決定された領域分割情報は、デコーダにおいても、時間／周波数表現されたサブバンド信号に対して同一の領域分割を行なうために、符号化され伝送される。以降のエネルギー算出、チャープファクタ算出、トーン成分算出、およびノイズ成分算出の各処理は、それぞれに対応する領域に対してこの順で行なわれる。

[0025] 先に説明したように、低域サブバンド信号から複製された高域サブバンド信号、付加ノイズ成分および、付加トーン信号の3つのエネルギーの合計は $E(t,k)$ に等しい。従って、エネルギーバンド e_i におけるエネルギー値 E_i は、エネルギー算出部103において、入力高域サブバンド信号の平均エネルギーを、各エネルギーバンド e_i について算出すればよい。

[0026] 続いて、チャープファクタ算出部104の動作を説明する。図14は、チャープファクタ算出部104の動作を示すフローチャートである。低域サブバンド信号に対する逆フィルタリング処理の強度は、複製信号のトーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ を、入力信号の高域信号のトーン／ノイズ比 $q_{hi}(i)$ に近づけるために、複製された低域信号のトーン性をどの程度抑制すべきかによって決定される。低域信号のトーン性をどの程度抑制すべきかは、チャープファクタ算出部104で算出されるチャープファクタによって制御される。本発明において開示される方法の基本は、入力高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 $q_{hi}(i)$ が低いにも関わらず、複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ が高い場合に、低域サブバンド信号のトーン性を抑制することである。高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比に対して、低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比が高ければ高いほど、より強いトーン性抑制が必要である。

[0027] 図10は、入力高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比と、低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比とに基づいて、低域サブバンド信号のトーン性抑制の要否を示す図である。低域サブバンド信号及び高域サブバンド信号のいずれにおいても、トーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ または $q_{hi}(i)$ が大きい場合には、トーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ または $q_{hi}(i)$ は、そのサブバンド信号のトーン性が高いことを示している。逆に、トーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ または $q_{hi}(i)$ が小さい場合には、そのトーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ または $q_{hi}(i)$ は、サブバンド信号のトーン性が低い(すなわち、ノイズ性が高い)ことを示している。従って、同図に示すように、トーン性の高い(q_{lo} が大)低域サブバンド信号を、原信号である高域サブバンド信号のトーン性が低い(q_{hi} が小)高域サブバンドに複製する場合には、低域サブバンド信号のトーン性を抑制する必要があることが分かる。

[0028] 入力高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比は、線形予測処理を用いることにより算出できる。高域サブバンド信号を $S(t,k)$ で表すとして、この信号は、線形予測を用いることにより、トーン成分 $St(t,k)$ とノイズ成分 $Sn(t,k)$ に分離することができる。信号成分算出部111は、チャープファクタバンド bi に含まれるすべての高域サブバンド k に対して、線形予測を適用することにより、高域サブバンド信号 $S(t,k)$ をトーン成分 $St(t,k)$ とノイズ成分 $Sn(t,k)$ とに分離する。

[0029] [数2]

$$S(t,k) \approx St(t,k) + Sn(t,k)$$

[0030] ここで、あるチャープファクタバンド bi (すなわち、図6(b)に示した高域区分のノイズバンド qi と同じバンド)において、トーン成分のエネルギー合計は、このチャープファクタバンドに含まれるすべてのサブバンド k (k はサブバンド番号)について、 $St^2(t,k)$ を時間 $t=0$ から $T(i)$ まで加算したものである。ここで、 $T(i)$ は対象となるチャープファクタバンド bi の時間方向へのサンプル数である。同様に、ノイズ成分のエネルギー合計は、チャープファクタバンドに含まれるすべてのサブバンド k に対して、 $Sn^2(t,k)$ を時間 $t=0$ から $T(i)$ まで加算したものである。これらのトーン成分のエネルギー合計と、ノイズ成分のエネルギー合計とから、チャープファクタ算出部104は、チャープファクタバンド bi における入力高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 $q_{hi}(i)$ を、次式を用いて算出す

る(S1401)。

[0031] [数3]

$$q_hi(i) = \frac{\sum_{t \in T(i)} \sum_{k \in bi} St^2(t,k)}{\sum_{t \in T(i)} \sum_{k \in bi} Sn^2(t,k)}$$

[0032] また、トーン成分 $St^2(t,k)$ のエネルギー合計および、ノイズ成分 $Sn^2(t,k)$ のエネルギー合計は、線形予測処理を用いて次の様に算出できる。

[0033] [数4]

$$\begin{aligned} \sum_{t \in T(i)} St^2(t,k) &= |\alpha_0|^2 \phi(1,1) + |\alpha_1|^2 \phi(2,2) + 2 \operatorname{Re}\{\alpha_0 \alpha_1^* \phi(1,2)\} \\ \sum_{t \in T(i)} Sn^2(t,k) &= \sum_{t \in T(i)} S^2(t,k) - \sum_{t \in T(i)} St^2(t,k) \end{aligned}$$

[0034] ここで、

[0035] [数5]

$$\begin{aligned} \phi(m,n) &= \sum_{t \in T(i)} S(t-m,k) S^*(t-n,k) \\ \alpha_1 &= - \frac{\phi(0,1)\phi(1,2) + \phi(0,2)\phi(1,1)}{\phi(2,2)\phi(1,1) - |\phi(1,2)|^2} \\ \alpha_0 &= - \frac{\phi(0,1) + \alpha_1 \phi^*(1,2)}{\phi(1,1)} \end{aligned}$$

[0036] である。このようにして、成分エネルギー算出部112は、チャープファクタバンド bi における高域サブバンド信号のトーン成分 $St^2(t,k)$ のエネルギー合計、及びノイズ成分 $Sn^2(t,k)$ のエネルギー合計を算出する。

[0037] デコーダにおける複製処理に従い、高域サブバンド k のサブバンド信号が、マッピング関数 $p(k)$ で表される低域サブバンド信号から生成されたとすると、チャープファク

タ算出部104は、複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 $q_lo(i)$ を、次式から算出する(S1402)。

[0038] [数6]

$$q_lo(i) = \frac{\sum_{t \in T(i)} \sum_{k \in bi} St^2(t, p(k))}{\sum_{t \in T(i)} \sum_{k \in bi} Sn^2(t, p(k))}$$

[0039] また、高域サブバンド k に複製される低域サブバンド信号のトーン成分 $St^2(t, p(k))$ のエネルギー合計、および低域サブバンド信号のノイズ成分 $Sn^2(t, p(k))$ のエネルギー合計を、前記高域サブバンド k における入力高域サブバンド信号のトーン成分 $St^2(t, k)$ のエネルギー合計、および入力高域サブバンド信号のノイズ成分 $Sn^2(t, k)$ のエネルギー合計と同様に線形予測処理を用いて算出できることは自明である。

[0040] 以上の様に算出された、入力高域サブバンド信号および、その高域サブバンドに複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比について、両者の大小関係を評価することにより、必要なトーン性抑制度合を決定することができる。大小関係の評価方法の一例として、入力高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 $q_hi(i)$ が第1の閾値 $Tr1$ よりも小さく(S1403でYes)、かつ、複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 $q_lo(i)$ が第2の閾値 $Tr2$ よりも大きい(S1404でYes)場合に、チャープファクタ算出部104はトーン性抑制処理が必要であると判定する(S1405)。また、トーン性抑制の度合、つまりチャープファクタ Bi は次式の様に求められる(S1406)。

[0041] [数7]

$$B_i = \begin{cases} 0, & \text{if } q_lo(i) < Tr2 \text{ OR } q_hi(i) > Tr1 \\ \left(\frac{q_lo(i) - Tr2}{Tr3 - Tr2} \right) \left(1 - \frac{q_hi(i)}{Tr1} \right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$B_i = \min(B_i, 1)$$

[0042] ここで、数式7に含まれる $Tr3$ は第3の閾値であり、チャープファクタの飽和点($Bi =$

1)を決定する役割を持つ。すなわち、低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ が閾値 $Tr3$ より大きくなると、チャープファクタ Bi は、 $Bi=1$ の一定値をとる。数式7の第2式である $Bi=\min(Bi, 1)$ は、数式7の第1式から得られた Bi と「1」とのうち、小さい方を選択することを示している。図11は、算出されるチャープファクタ Bi と、低域サブバンド信号と入力高域サブバンド信号との2つのトーン／ノイズ比の関係を図示したものである。チャープファクタ Bi は、 $q_{lo}(i)$ が増加するに従って大きくなり、逆に、 $q_{hi}(i)$ が増加するに従って小さくなる。すなわち、チャープファクタ Bi は、低域サブバンド信号のトーン性が増加するに従って大きくなり、逆に、高域サブバンド信号のトーン性が増加するに従って小さくなる。また、領域1001で示されるハッチング部分については、入力高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 q_{hi} が閾値 $Tr1$ 以上であるか(図14のS1403でNo)、または、低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 q_{lo} が閾値 $Tr2$ 以下である(図14のS1404でNo)ので、チャープファクタ算出部104はトーン性抑制処理が必要でないと判断するため、チャープファクタは「0」となる。算出されたチャープファクタ Bi は、先に説明した様に、当該チャープファクタバンドに含まれる高域サブバンドに対してマッピングされ、 $B(t,k)$ と表される。チャープファクタ算出処理は、すべてのチャープファクタバンドについてチャープファクタが算出されるまで繰り返される。算出された各チャープファクタは、符号化され、符号化情報がビットストリーム多重化部107に送られる。

[0043] なお、上記実施の形態で示した数式7は実験式であり、チャープファクタを算出するための最も好ましい一例を示したものである。従って、チャープファクタを算出するための数式はこれに限定されない。

[0044] 続いて、トーン信号付加決定部105の動作について説明する。図15は、図9に示したトーン信号付加決定部105の動作を示すフローチャートである。先に説明した各トーンバンド hi に対して、人工的なトーン信号を付加する必要があるかどうかは、対象となるトーンバンドに対応する高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 q_{hi} が、複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比 q_{lo} を超えているかどうかに基づいて判定することができる。ただし、トーン信号を付加する条件としては、さらに2つの条件が必要である。一つは、高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比が絶対的に大きな値であ

ることが必要である。つまり、高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比が、低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比に対して、どれだけ相対的に大きいとしても、高域サブバンド信号自身がトーン性の高い信号で無ければ、トーン信号を付加する意味は無い。また、高域サブバンド信号が純粋なトーン性信号で無い場合に、人工的なトーン信号を付加すると、不自然な音が発生し、音質が低下する恐れがある。もう一つは、複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比が絶対的に(高域サブバンド信号と比較して相対的にではなく、)極度に大きくないことである。低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比が非常に大きい場合、つまり、非常にトーン性の強い信号である場合には、高域サブバンド信号のトーン性は、複製された低域信号に含まれるトーン性信号成分によって維持されるので、新たに人工的なトーン信号を付加する必要は無いと考えられる。なお、複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比は、先に説明したトーン性抑制処理の影響を受けるので、その影響についても考慮する必要がある。

[0045] トーン信号付加決定部105は、各トーンバンドhiについて、高域サブバンド信号および、複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比を算出する(S1501)。このとき、高域サブバンド信号のトーン／ノイズ比については、チャープファクタ算出部104において算出したトーン成分 $St(t,k)$ とノイズ成分 $Sn(t,k)$ を用いることができる。

[0046] [数8]

$$q_hi(i) = \frac{\sum_{t \in T(i)} \sum_{k \in hi} St^2(t,k)}{\sum_{t \in T(i)} \sum_{k \in hi} Sn^2(t,k)}$$

[0047] しかしながら、複製される低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比については、トーン性抑制処理の影響を考慮する必要があるため、処理が異なる。トーン性抑制処理によるトーン成分のエネルギーの減少は、ほぼ $(1-B(t,k))$ を乗ずることによって近似できるので、低域サブバンド信号のトーン／ノイズ比は次式のように算出できる(S1502)。

[0048] [数9]

$$q_lo(i) = \frac{\sum_{t=CT(i)}^{tCT(i)} \sum_{k=Chi}^{kCh} St^2(t,p(k))(1-B(t,k))}{\sum_{t=CT(i)}^{tCT(i)} \sum_{k=Chi}^{kCh} Sn^2(t,p(k))}$$

[0049] トーン信号付加決定部105は、算出した $q_lo(i)$ および $q_hi(i)$ が次の条件を満たす場合に、当該トーンバンドに人工的なトーン信号を付加する必要があると判定する(S1503～S1505)。すなわち、

[0050] [数10]

$$q_hi(i) > q_lo(i) * Tr4$$

$$\text{かつ、} q_hi(i) > Tr5、\text{ かつ、} q_lo(i) < Tr6$$

[0051] ここで、Tr4、Tr5、Tr6は、あらかじめ定められた閾値である。

[0052] トーン信号付加決定部105は、この判定を、すべてのトーンバンド hi に対して行い、各トーンバンドにおけるトーン信号の付加の有無の情報が、ビットストリーム多重化部107に送られる。なお、ここでは「トーン信号の付加の有無の情報」だけをビットストリーム多重化部107に送っているが、「トーン信号が付加されるトーンバンド内の周波数位置を示す情報」も一緒に送ってもよい。

[0053] なお、トーン信号付加決定部105としては、別の構成を用いることもできる。この構成においては、低域サブバンド信号の形状に関わらず、入力高域サブバンド信号に明らかなトーン成分が存在する場合にのみ、人工的なトーン信号を付加する。明らかなトーン成分の検出は、相対的に低いエネルギーの複数のサブバンド信号の中に、突出して高いエネルギーのサブバンド信号が存在するかどうかを判定することにより行なう。

[0054] 図12(a)～(c)は、隣接しあうサブバンド信号のエネルギーを比較して、トーンバンド中のトーン成分の位置を判定する例を示す図である。すなわち、図12(a)～(c)は、

トーン成分判定の基準となる、3つのパターンを表したものである。3つのパターンとは、トーン成分が(1)サブバンドの周波数中央付近にある場合、(2)サブバンドの周波数上限付近にある場合及び(3)サブバンドの周波数下限付近にある場合である。ここでは、例として、いずれも、あるサブバンド k にトーン成分が存在していることを示しているが、図12(a)では、サブバンドのエネルギー1101のトーン成分は、サブバンド k の中心周波数付近に存在している場合を示している。この場合、サブバンド k のエネルギーだけが隣接するサブバンドに対して相対的に大きくなっている。これに対して、図12(b)では、サブバンドのエネルギー1102のトーン成分は、サブバンド k の上限周波数付近に存在している場合を示している。この場合、一般的なサブバンドフィルタの特性により、信号エネルギーの一部が隣接サブバンドに漏れ出すため、サブバンド $(k+1)$ のエネルギーも上昇する。同様に、図12(c)では、サブバンドのエネルギー1103のトーン成分が、サブバンド k の下限周波数付近に存在している場合を示している。この場合、サブバンド $(k-1)$ のエネルギーが上昇する。また、明らかなトーン成分が存在しているサブバンドもしくはその近傍のサブバンドにおいては、信号のトーン／ノイズ比が上昇する。図13は、隣接しあうサブバンドのエネルギーを比較することによって、当該サブバンドにトーン成分があるか否かを判定するための表である。このような現象に基づけば、サブバンド k に明らかなトーン成分が存在するかどうかは、図13の表に示される関係式によって判定することができる。ここで、 E_{thres} および Q_{thres} は、あらかじめ定められたエネルギー及びトーン／ノイズ比の閾値を示し、 $E(k)$ は次式で算出されるエネルギー値である。

[0055] [数11]

$$E(k) = \sum^{t_{CT(0)}} S^2(t, k)$$

[0056] トーン信号付加決定部105は、トーンバンド h_i に含まれるすべての高域サブバンド k について、図13に示される3つの条件による判定を行い、少なくとも1つの高域サブバンドにおいて、少なくとも1つの条件が満たされれば、当該トーンバンドは明らかなトーン性の信号であると判定し、人工的なトーン信号を付加するフラグをセットする(

図15のS1506)。すべてのトーンバンドhiについて、本判定を行い、決定された人工的なトーン信号を付加するか否かのフラグ情報は、ビットストリーム多重化部107に送られる。なお、本例では、対象となるサブバンドkおよび、その隣接サブバンドにおける判定閾値として、すべて同一の値を用いているが、これをサブバンド毎に異なる閾値を用いるようにしても良い。また、各サブバンドにおける判定結果を総合する「AND」および「OR」の論理演算についても、設定する閾値との相互関係により、最適な演算を選択して使用することができる。また、トーン性の評価においては、トーン成分が比較的広い範囲に広がって存在している場合を考慮して、対象サブバンドkの上下数サブバンド程度のトーン／ノイズ比も評価するようにしても良い。

[0057] 続いて、ノイズ成分算出部106の動作について説明する。複製される信号に含まれるノイズ成分の合計が、入力信号に含まれるノイズ成分の合計にほぼ等しければ、入力信号と複製信号のノイズ成分によって表現される音の質感は、近いものとなる。また、一般的に、ノイズ成分は周波数的に広い帯域を持つ信号であるため、先に説明したトーンバンドに対して、より広い帯域をカバーするバンド(ノイズバンドと呼ぶ)において考慮すれば良い。よって、あるノイズバンドには複数のトーンバンドが包含されることになるため、正しいノイズ成分を算出するには、トーン信号が付加されたトーンバンドにおけるノイズ成分と、トーン信号が付加されないトーンバンドにおけるノイズ成分の両方を考慮しなければならない。複製される低域サブバンド信号において、これらの2つの成分から構成されるノイズ成分の合計値が、入力信号の当該高域サブバンドにおけるノイズ成分の合計値と等しくなるように、ノイズ成分量が決定される。なお、当処理においても、先に説明したトーン性抑制処理の影響を考慮する必要がある。

[0058] まず、入力高域サブバンド信号のノイズ成分の合計は次式で算出される。

[0059] [数12]

$$\sum_{t \in T(i)} \sum_{k \in q_i} S_n^2(t, k)$$

[0060] ここで、ノイズバンドqiにおけるノイズ成分量をQiとして、複製されるサブバンド信号

において、トーン信号が付加されたトーンバンドの信号からもたらされるノイズ成分量は、次式で表される。

[0061] [数13]

$$\sum_{t \in \text{CT}(i)} \sum_{k \in \text{CTB}(i)} E(t,k) \left(\frac{Q_i}{1+Q_i} \right) r(t,k)$$

[0062] ここで、TB(i)は、ノイズバンドqiに含まれる、トーンが付加されたトーンバンドの集合を表す。r(t,k)は複製される高域サブバンド信号に含まれるノイズ成分割合であり、St(t,p(k))に施されるトーン性抑制処理の影響を考慮して、次式で表される。

[0063] [数14]

$$r(t,k) = \frac{S_n^2(t,p(k))}{S_n^2(t,p(k)) + S_t^2(t,p(k))(1 - B(t,k))}$$

[0064] また、複製される高域サブバンド信号において、トーン信号が付加されないトーンバンドの信号からもたらされるノイズ成分量は、次式で表される。

[0065] [数15]

$$\begin{aligned} & \sum_{t \in \text{CT}(i)} \sum_{k \in \text{NTB}(i)} \left(E(t,k) \left(\frac{1}{1+Q_i} \right) r(t,k) + E(t,k) \left(\frac{Q_i}{1+Q_i} \right) \right) \\ &= \sum_{t \in \text{CT}(i)} \sum_{k \in \text{NTB}(i)} E(t,k) \left(\frac{r(t,k) + Q_i}{1+Q_i} \right) \end{aligned}$$

[0066] ここで、NTB(i) はノイズバンドqiに含まれる、トーン信号が付加されないトーンバンドの集合を表す。集合

[0067] [数16]

$$\text{TB}(i) \cup \text{NTB}(i)$$

は、ノイズバンドqiに含まれるすべてのトーンバンドとなる。ノイズバンドqiにおける、

複製されるサブバンド信号に含まれるすべてのノイズ成分の和が、該当する入力高域サブバンド信号のノイズ成分に等しくなるためには、次式を満たす必要がある。

[0068] [数17]

$$\sum_{t=0}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=0}^{k_{Cqi}} S_n^2(t,k) = \sum_{t=0}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=0}^{k_{CTB(i)}} E(t,k) \left(\frac{Q_i r(t,k)}{1+Q_i} \right) + \sum_{t=0}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=0}^{k_{CNTB(i)}} E(t,k) \left(\frac{r(t,k)+Q_i}{1+Q_i} \right)$$

[0069] この式は、単純な1次方程式であるので、ノイズ成分量 Q_i は次式のように算出できる。

[0070] [数18]

$$Q_i = \frac{\sum_{t=0}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=0}^{k_{Cqi}} S_n^2(t,k) - \sum_{t=0}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=0}^{k_{CNTB(i)}} E(t,k) r(t,k)}{\sum_{t=0}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=0}^{k_{CTB(i)}} E(t,k) r(t,k) + \sum_{t=0}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=0}^{k_{CNTB(i)}} E(t,k) - \sum_{t=0}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=0}^{k_{Cqi}} S_n^2(t,k)}$$

[0071] ノイズ成分量算出の処理は、すべてのノイズバンドに対して行なわれ、算出されたノイズ成分量 Q_i は、符号化され、ビットストリーム多重化部107に送られる。このように、成分エネルギー算出部113は、チャープファクタ算出部104内の成分エネルギー算出部112と同様、ノイズバンド qi における高域サブバンド信号のトーン成分 $St^2(t,k)$ のエネルギー合計、及びノイズ成分 $S_n^2(t,k)$ のエネルギー合計を算出する。しかし、ノイズ成分算出部106の成分エネルギー算出部113の方では、チャープファクタ算出部104の成分エネルギー算出部112による処理に加えて、同一ノイズバンドにおける、チャープファクタや、トーン信号の付加によるトーン成分の増減を考慮した上で、ノイズ成分の補正を行なっているので、より原音に近いノイズ成分を算出することができる。

[0072] なお、ノイズ成分量 Q_i の算出においては、トーン信号が付加されたトーンバンドからもたらされるノイズ成分を省略し、算出に必要な演算量を削減することも可能である。トーン信号が付加されるトーンバンドにおいては、信号に占めるトーン成分の割合が非常に大きくなっているため、相対的に小さいノイズ成分を「0」としても、算出結果に与える影響が小さいためである。この場合の Q_i の算出式は次式で表される。

[0073] [数19]

$$Q_i = \frac{\sum_{t=CT(i)}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=Cqi}^{k_{Cqi}} S_n^2(t,k) - \sum_{t=CT(i)}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=NTB(i)}^{k_{NTB(i)}} E(t,k)r(t,k)}{\sum_{t=CT(i)}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=NTB(i)}^{k_{NTB(i)}} E(t,k) - \sum_{t=CT(i)}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=Cqi}^{k_{Cqi}} S_n^2(t,k)}$$

[0074] なお、以上の説明は、本発明の構成を示す一例であり、その具体的な構成をもって本発明の適用範囲を制限するものではない。

産業上の利用可能性

[0075] 本発明は、オーディオ信号のスペクトルをトーン成分とノイズ成分に分離して、効率的に符号化、復号化する装置において、再生オーディオ信号の品質を向上させるのに有用な手段である。すなわち、本発明は、デコーダにおいてオーディオ信号の帯域を拡張するための情報を、より計算負荷の少ない方法で、より精度よく算出し、低域信号とともに符号化するエンコーダとして有用である。

請求の範囲

- [1] 区分された時間一周波数領域において、低周波領域に属する信号を複製して、高周波領域に属する信号を生成するための情報を含んだ符号化信号を生成する符号化装置であって、

特定の周波数に信号成分が偏在するトーンと、周波数に関係なく信号成分が存在するノイズとについて、区分された前記高周波領域の信号のトーン／ノイズ比と、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号のトーン／ノイズ比とを、線形予測処理を用いて算出するトーン／ノイズ比算出手段と、

前記低周波領域と前記高周波領域との信号について算出されたトーン／ノイズ比に基づいて、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号のトーン性を調整する調整係数を算出する調整係数算出手段と、

算出された前記調整係数を含む符号化信号を生成する符号化手段と
を備える符号化装置。

- [2] 前記トーン／ノイズ比算出手段は、さらに、

区分された前記高周波領域の信号に含まれるトーン成分とノイズ成分とを、線形予測を用いて算出する高域信号成分算出部と、

算出された前記トーン成分と前記ノイズ成分とから、前記高周波領域における前記トーン成分のエネルギー合計と前記ノイズ成分のエネルギー合計との比である高域トーン／ノイズ比を算出する高域トーン／ノイズ比算出部と、

前記高周波領域に複製されるべく対応付けられた低周波領域の信号に含まれるトーン成分とノイズ成分とを、線形予測を用いて算出する低域信号成分算出部と、

算出された前記トーン成分と前記ノイズ成分とから、前記高周波領域に対応付けられた前記低周波領域の信号の前記トーン成分のエネルギー合計と前記ノイズ成分のエネルギー合計との比である低域トーン／ノイズ比を算出する低域トーン／ノイズ比算出部とを備え、

前記調整係数算出手段は、算出された前記高域トーン／ノイズ比と前記低域トーン／ノイズ比とに基づいて調整係数を算出する

請求項1記載の符号化装置。

[3] 前記調整係数算出手段は、さらに、

前記高域トーン／ノイズ比 $q_{hi}(i)$ が第1の閾値 $Tr1$ よりも小さく、かつ、対応する前記低周波領域の前記低域トーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ が第2の閾値 $Tr2$ よりも大きい場合、前記低周波領域の信号のトーン性を抑制する必要があると判定するトーン性抑制判定部を備え、

前記調整係数算出手段は、前記判定の結果、トーン性を抑制する必要があると判定された場合、数式7に従って前記調整係数を算出する

[数7]

$$B_i = \begin{cases} 0, & \text{if } q_{lo}(i) < Tr2 \text{ OR } q_{hi}(i) > Tr1 \\ \left(\frac{q_{lo}(i) - Tr2}{Tr3 - Tr2} \right) \left(1 - \frac{q_{hi}(i)}{Tr1} \right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$B_i = \min(B_i, 1)$$

請求項2記載の符号化装置。

[4] 前記符号化装置は、さらに、

前記低周波領域及び前記高周波領域の信号について算出された前記トーン／ノイズ比に基づいて、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号に、トーン性を有する所定の信号を付加するか否かを判定するトーン信号付加判定手段とを備え、

前記符号化手段は、前記トーン信号付加判定手段の判定結果を含む符号化信号を生成する

請求項1記載の符号化装置。

[5] 前記調整係数算出手段は、複製される前記低周波領域の信号のトーン性を抑制する度合いを示す調整係数を算出し、

前記トーン信号付加判定手段は、算出された前記調整係数を用いて前記低周波領域の信号のトーン性が抑制されることにより、前記低周波領域の信号成分のエネルギーが減少する分、前記低周波領域の信号の前記トーン／ノイズ比を補正した上で、トーン性を有する前記信号を付加するか否かを判定する

請求項4記載の符号化装置。

- [6] 前記トーン信号付加判定手段は、トーン性を有する前記信号を付加するか否かを判定する際に、算出された前記調整係数 B_i を用いて前記低周波領域の信号のトーン性が抑制されることにより、前記低周波領域の信号成分のエネルギーが減少する分、数式9(ただし、 t は時間軸方向に $t=0 \sim T(i)$ までのサンプルの個数であり、 k は周波数方向に細分されたトーンバンド h_i に含まれる k 個のサブバンドを示す。)に従って、前記低周波領域の信号の前記トーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ を補正する
- [数9]

$$q_{lo}(i) = \frac{\sum_{t=CT(i)}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=CN}^{k_{CN}} S t^2(t, p(k)) (1 - B(t, k))}{\sum_{t=CT(i)}^{t_{CT(i)}} \sum_{k=hi}^{k_{hi}} S n^2(t, p(k))}$$

請求項5記載の符号化装置。

- [7] 前記トーン信号付加判定手段は、前記高域トーン／ノイズ比 $q_{hi}(i)$ と、前記調整係数 B_i により前記低周波領域の信号のトーン性が抑制された分、補正された前記低域トーン／ノイズ比 $q_{lo}(i)$ とが、数式10(ただし、 $Tr4$ 、 $Tr5$ 、 $Tr6$ は、あらかじめ定められた閾値である。)に示す条件を満たす場合に、
- [数10]

$$q_{hi}(i) > q_{lo}(i) * Tr4$$

$$\text{かつ、} q_{hi}(i) > Tr5、\text{かつ、} q_{lo}(i) < Tr6$$

前記高周波領域にトーン性を有する前記信号を負荷する必要があると判定する

請求項6記載の符号化装置。

- [8] 前記トーン信号付加判定手段は、区分された前記高周波領域における信号のエネルギー分布と、前記高周波領域の信号の前記トーン／ノイズ比とに基づいて、前記高周波領域にトーン性を有する前記信号を付加するか否かを判定する
- 請求項4記載の符号化装置。

- [9] 前記トーン信号付加判定手段は、区分された前記高周波領域において、相対的に低いエネルギーの複数の信号の中に、突出して高いエネルギーの信号が存在する場合に、トーン性を有する前記信号を付加すると判定する
請求項8記載の符号化装置。
- [10] 前記符号化装置は、さらに、
区分された前記高周波領域の信号に含まれるトーン成分とノイズ成分とを、線形予測を用いて算出する信号成分算出手段と、
算出された前記各成分のエネルギーに基づいて、前記高周波領域の信号のエネルギーと、前記高周波領域の信号のエネルギーに含まれるノイズ成分のエネルギーとを算出する成分エネルギー算出手段とを備え、
前記符号化手段は、前記高周波領域の信号のエネルギーを示す情報と、前記エネルギーに含まれるノイズ成分のエネルギーを示す情報とを含む符号化信号を生成する
請求項1記載の符号化装置。
- [11] 前記調整係数算出手段は、複製される前記低周波領域の信号のトーン性を抑制する度合いを示す調整係数を算出し、
前記成分エネルギー算出手段は、さらに、算出された前記調整係数を用いて前記低周波領域の信号のトーン性が抑制される分だけ、前記低周波領域のトーン成分のエネルギーを補正した上で、前記高周波領域の信号のエネルギーに含まれる前記ノイズ成分のエネルギーを算出する
請求項10記載の符号化装置。
- [12] 前記成分エネルギー算出手段は、前記高周波領域に対応するすべてのサブバンドについて、トーン性を有する前記信号が付加されるサブバンド内の信号に起因するノイズ成分と、トーン性を有する前記信号が付加されないサブバンド内の信号に起因するノイズ成分との総和を求めることにより、前記高周波領域のエネルギーのノイズ成分を算出する
請求項11記載の符号化装置。
- [13] 前記成分エネルギー算出手段は、さらに、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号に、トーン性を有する前記信号が付加されるか否かに応じて、前記高周

波領域のノイズ成分のエネルギーを算出する

請求項11記載の符号化装置。

- [14] 区分された時間一周波数領域において、低周波領域に属する信号を複製して、高周波領域に属する信号を生成するための情報を含んだ符号化信号を生成する符号化方法であって、

特定の周波数に信号成分が偏在するトーンと、周波数に関係なく信号成分が存在するノイズとについて、区分された前記高周波領域の信号のトーン／ノイズ比と、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号のトーン／ノイズ比とを、線形予測処理を用いて算出し、

前記低周波領域と前記高周波領域との信号について算出されたトーン／ノイズ比に基づいて、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号のトーン性を調整する調整係数を算出し、

算出された前記調整係数を含む符号化信号を生成する符号化方法。

- [15] 前記符号化方法は、さらに、

前記低周波領域及び前記高周波領域の信号について算出された前記トーン／ノイズ比に基づいて、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号に、トーン性を有する所定の信号を付加するか否かを判定し、

前記判定結果を含む符号化信号を生成する

請求項14記載の符号化方法。

- [16] 区分された時間一周波数領域において、低周波領域に属する信号を複製して、高周波領域に属する信号を生成するための情報を含んだ符号化信号を生成する符号化装置のためのプログラムであって、

特定の周波数に信号成分が偏在するトーンと、周波数に関係なく信号成分が存在するノイズとについて、区分された前記高周波領域の信号のトーン／ノイズ比と、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号のトーン／ノイズ比とを、線形予測処理を用いて算出するステップと、

前記低周波領域と前記高周波領域との信号について算出されたトーン／ノイズ比に基づいて、前記高周波領域に複製される前記低周波領域の信号のトーン性を調

整する調整係数を算出するステップと、

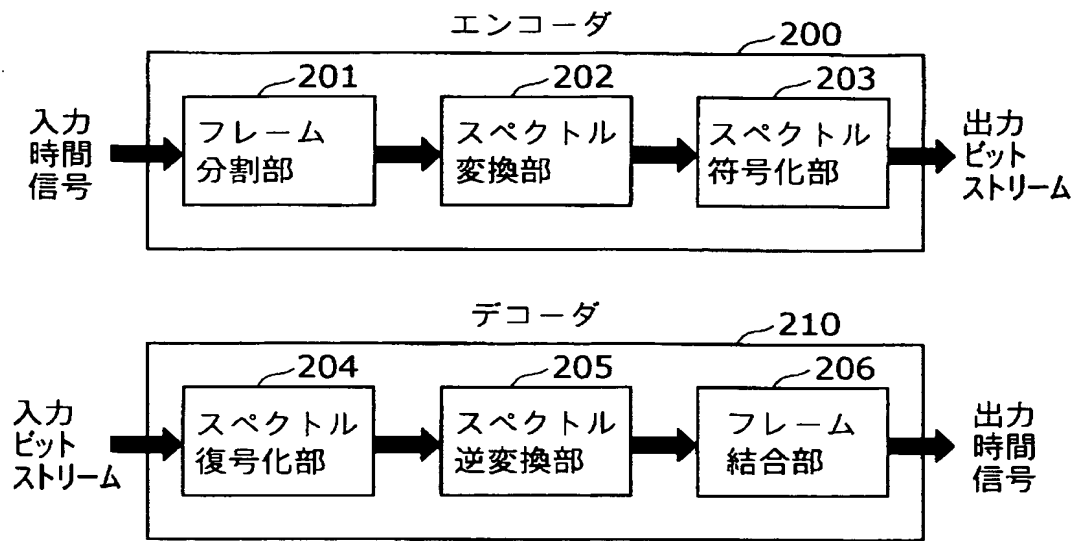
算出された前記調整係数を含む符号化信号を生成するステップとをコンピュータに
実行させるプログラム。

要 約 書

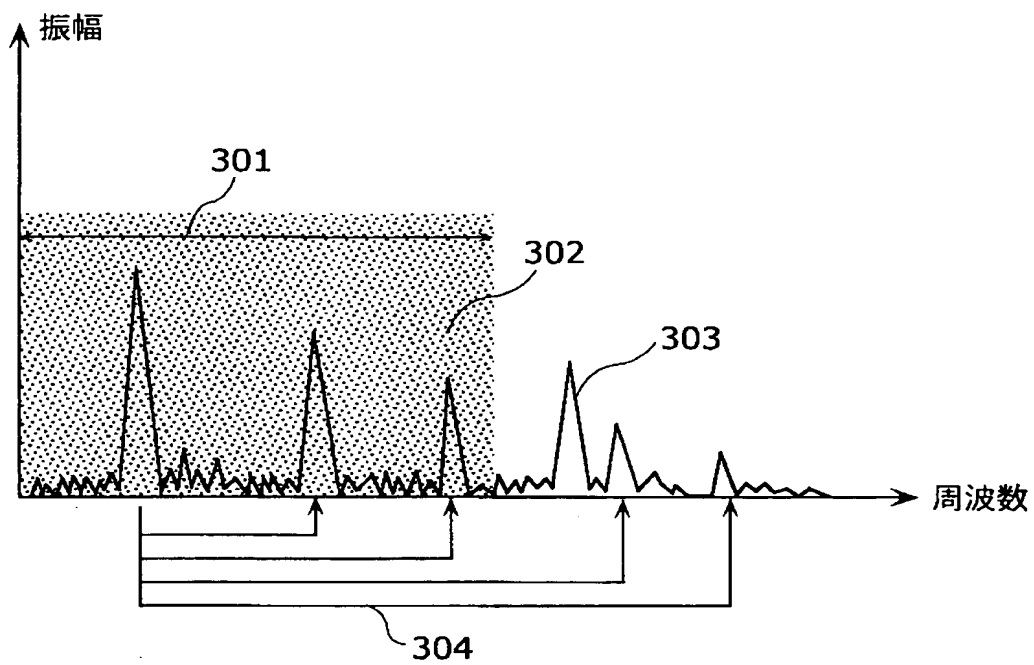
適切なチャープファクタおよびノイズ成分量を、少ない処理量で算出する。

入力されたサブバンド信号は、領域分割部101において、複数の領域に分割される。領域の分割は、エネルギー値算出、チャープファクタ算出、ノイズ成分算出およびトーン成分算出のそれぞれに対して行い、決定された領域分割情報 e_i 、 b_i 、 q_i 、 h_i が出力される。エネルギー算出、チャープファクタ算出、トーン成分算出およびノイズ成分算出の各処理は、それぞれに対応する領域に対して順次行なわれる。線形予測処理を用いることにより、少ない演算量で精度の高いパラメータを得ることができる。

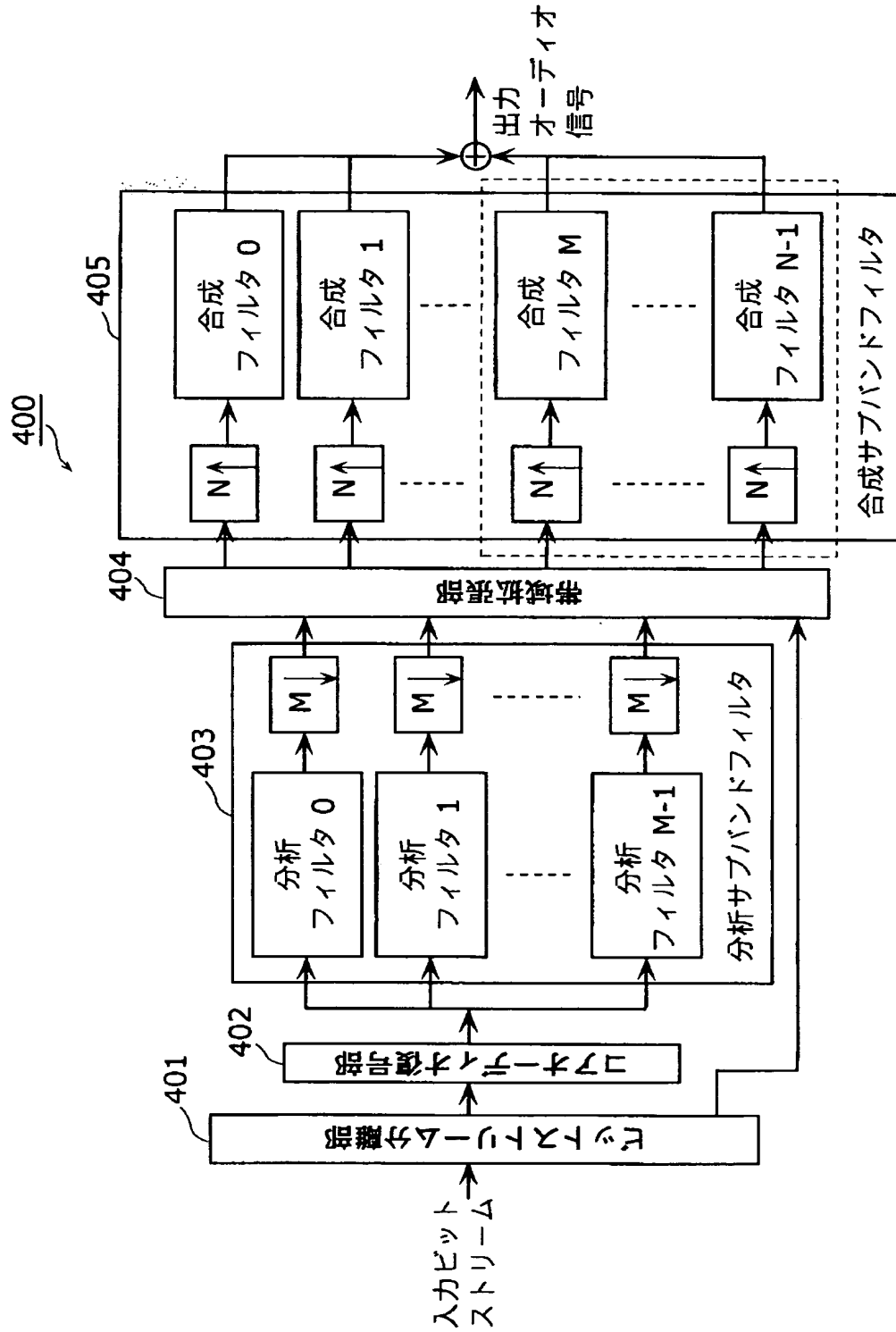
[図1]



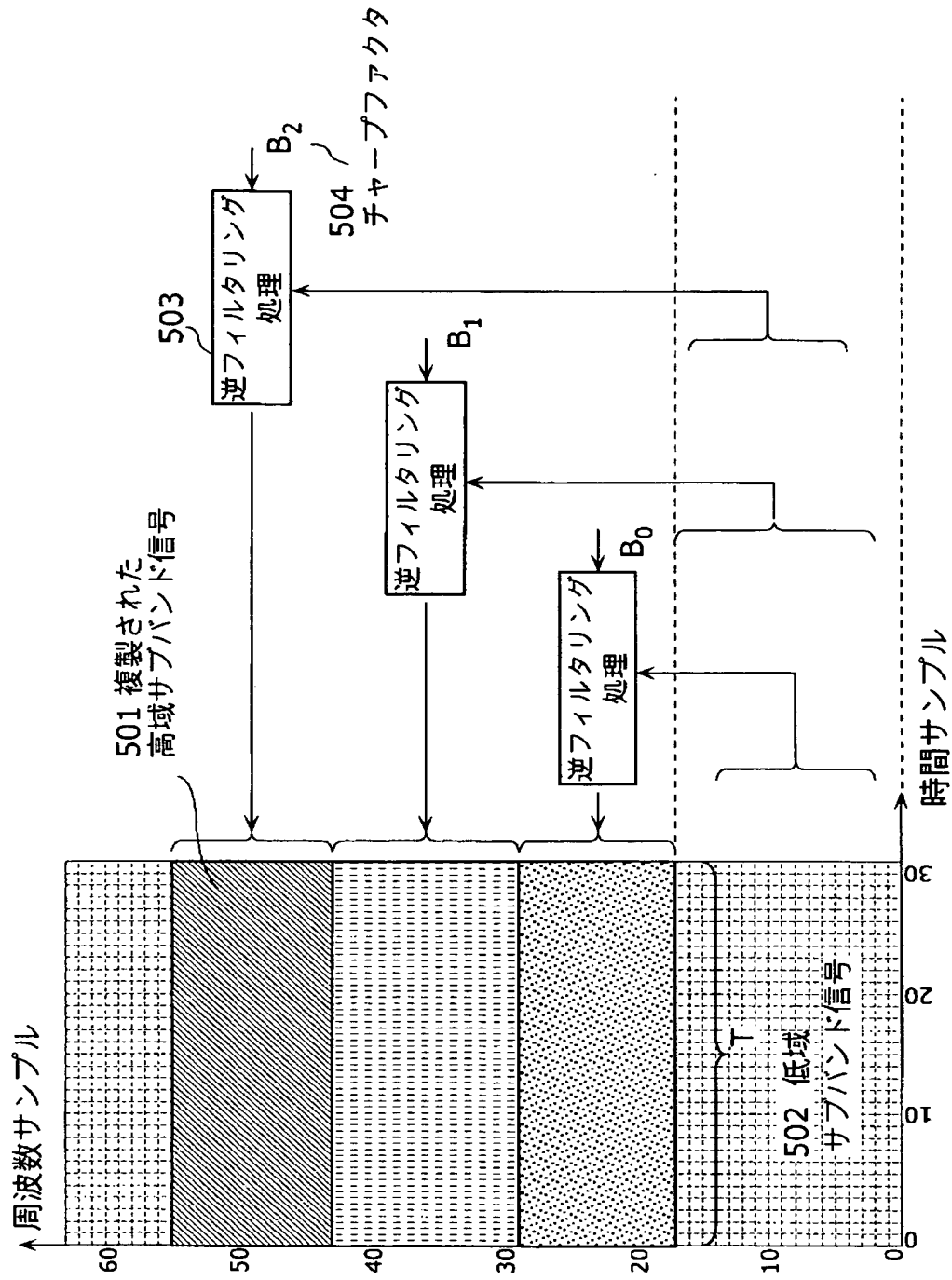
[図2]



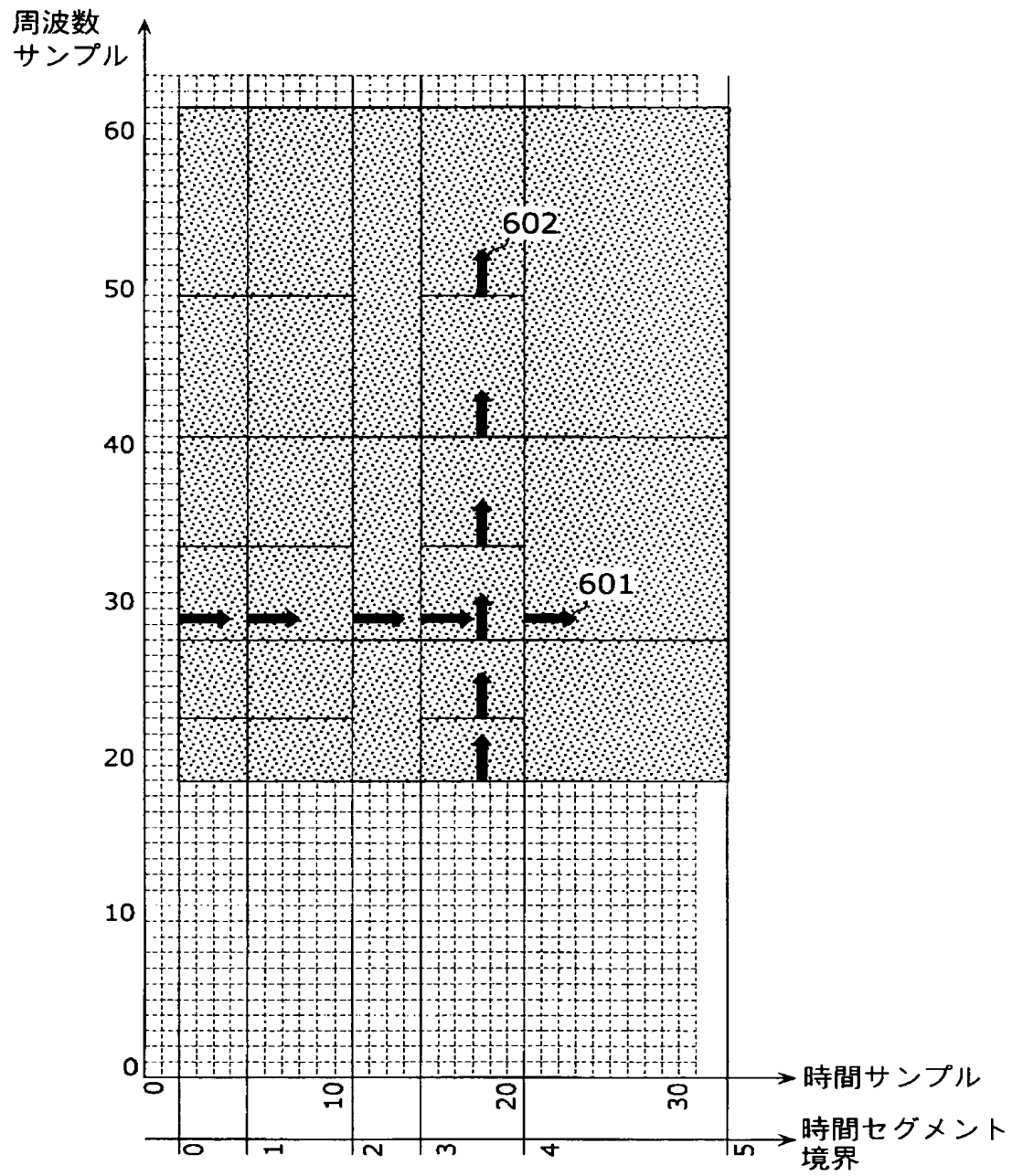
[図3]



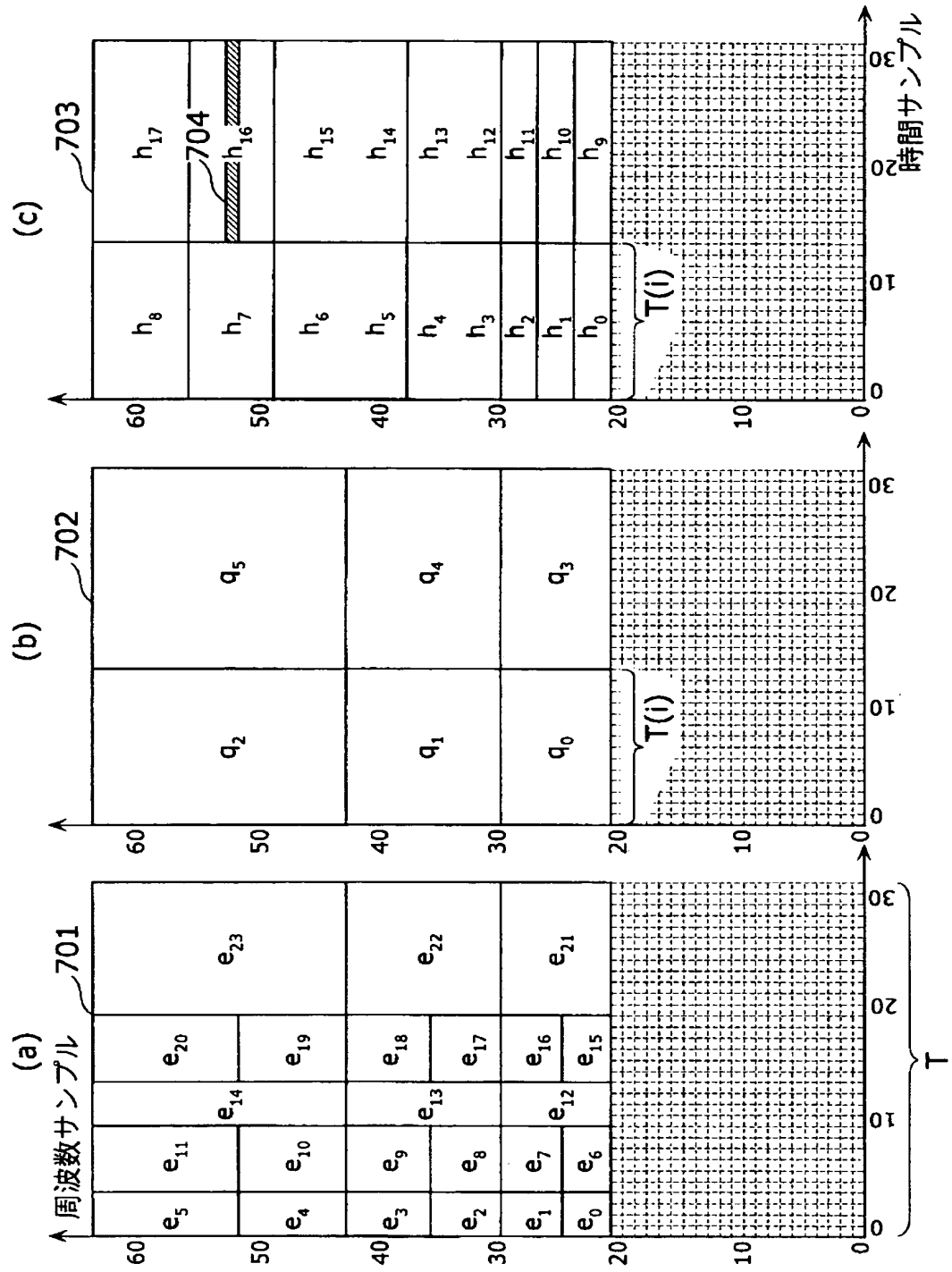
[図4]



[図5]



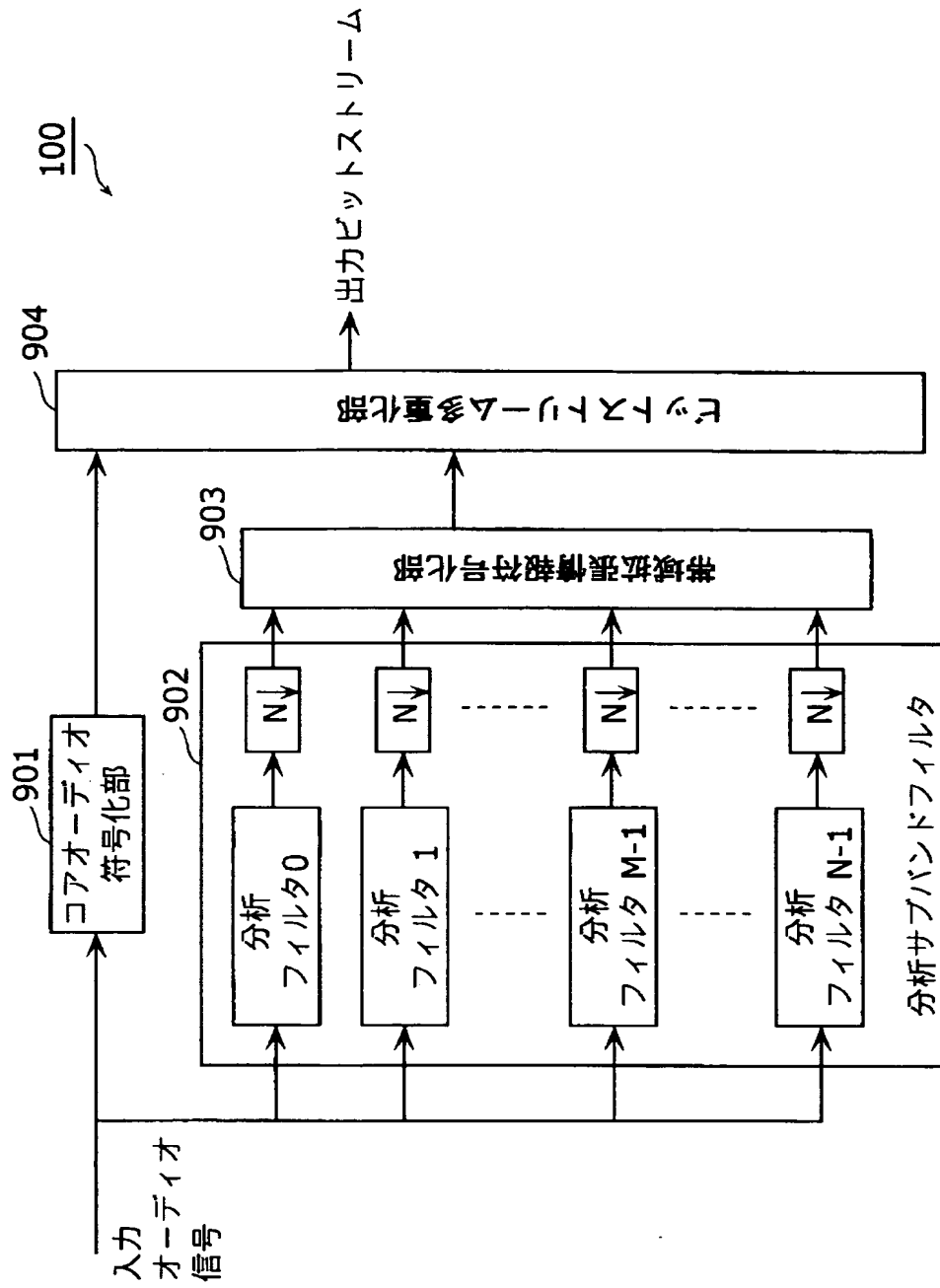
[図6]



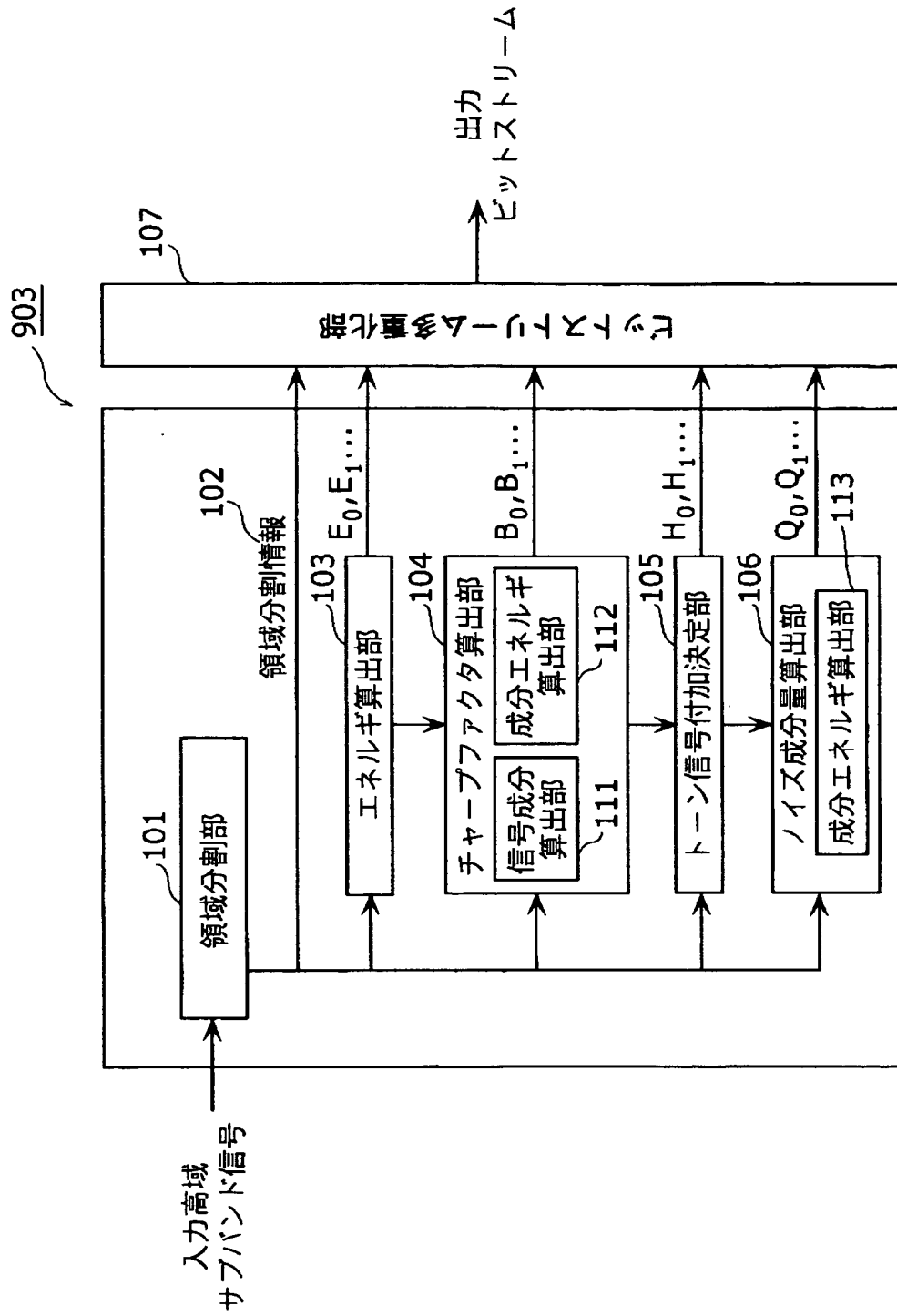
[図7]

	複製された高域サブ バンド信号に対する エネルギー値	人工的に付加される ノイズ成分に対する エネルギー値	人工的に付加される トーン成分に対する エネルギー値
If $H(t,k)=0$ (サイン波 付加無し)	$E(t,k) \left(\frac{1}{1+Q(t,k)} \right)$	$E(t,k) \left(\frac{Q(t,k)}{1+Q(t,k)} \right)$	0
If $H(t,k)=1$ (サイン波 付加あり)	$E(t,k) \left(\frac{Q(t,k)}{1+Q(t,k)} \right)$	0	$E(t,k) \left(\frac{1}{1+Q(t,k)} \right)$

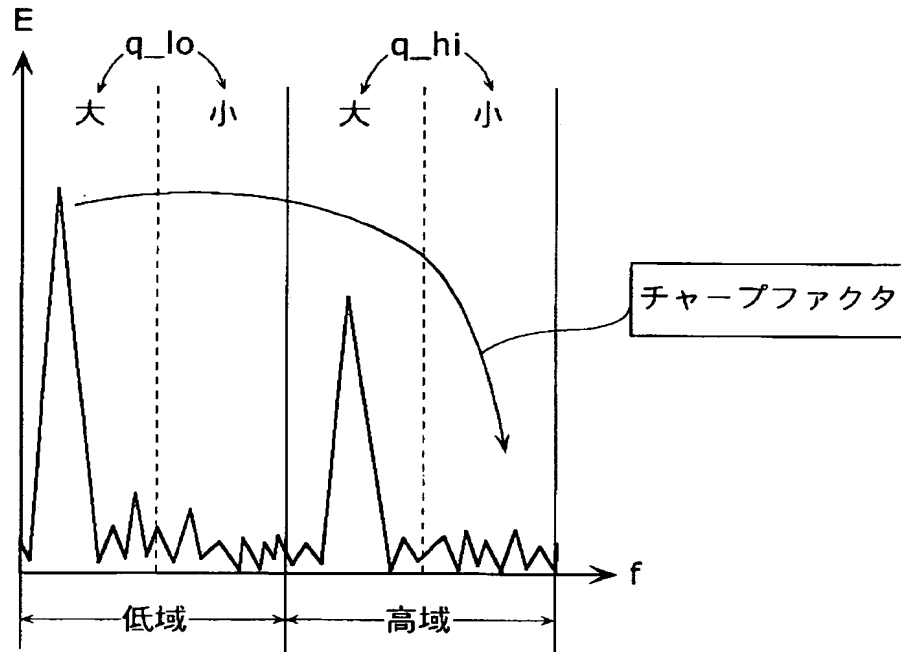
[図8]



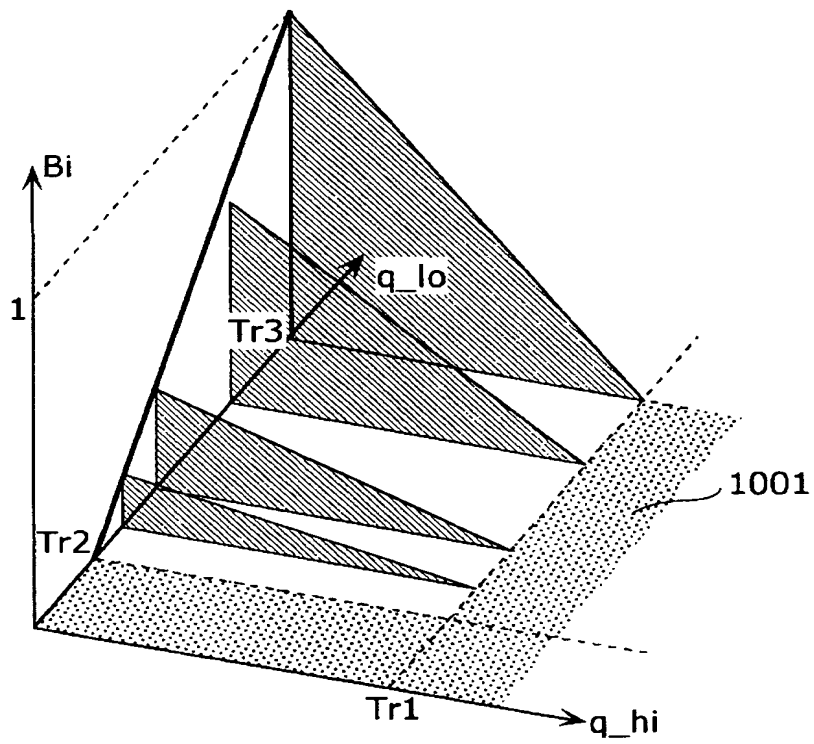
[図9]



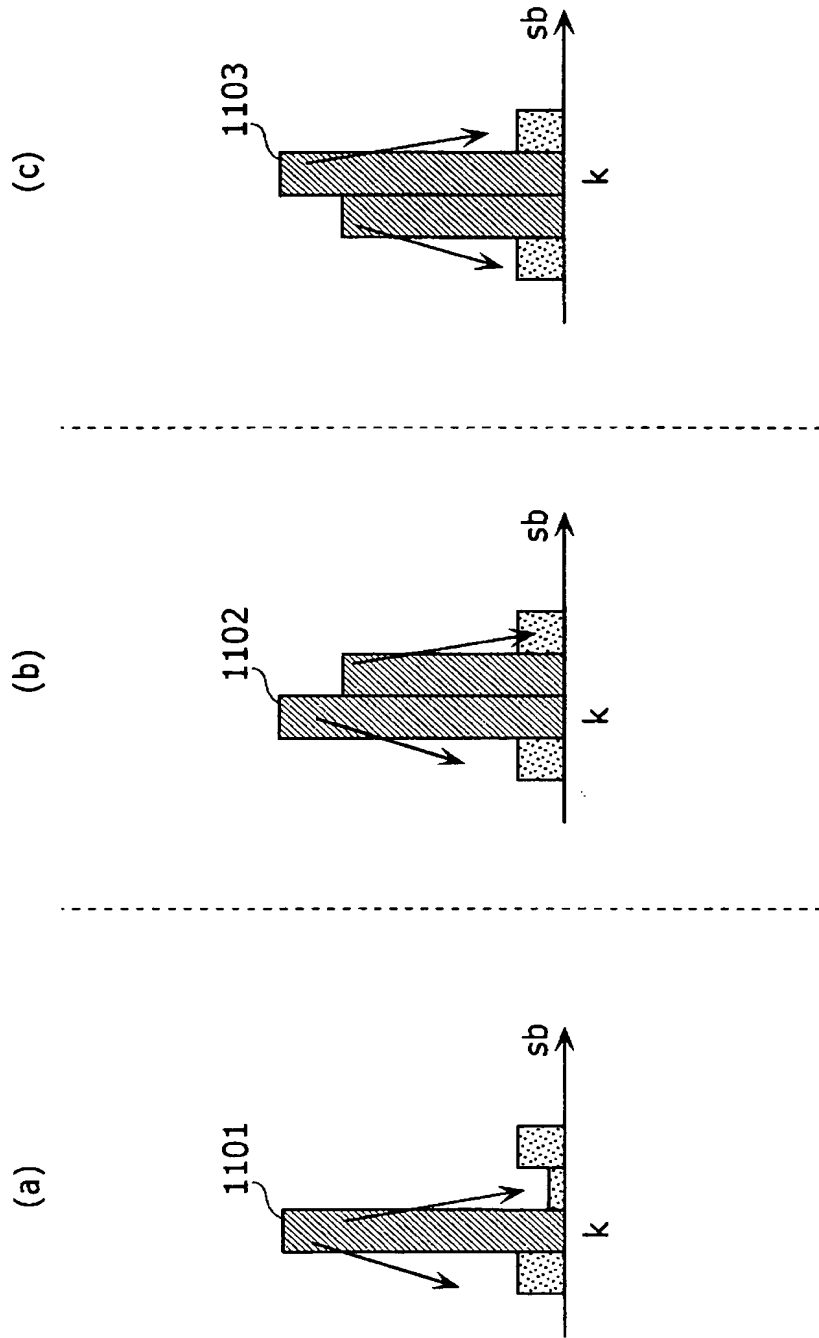
[図10]



[図11]



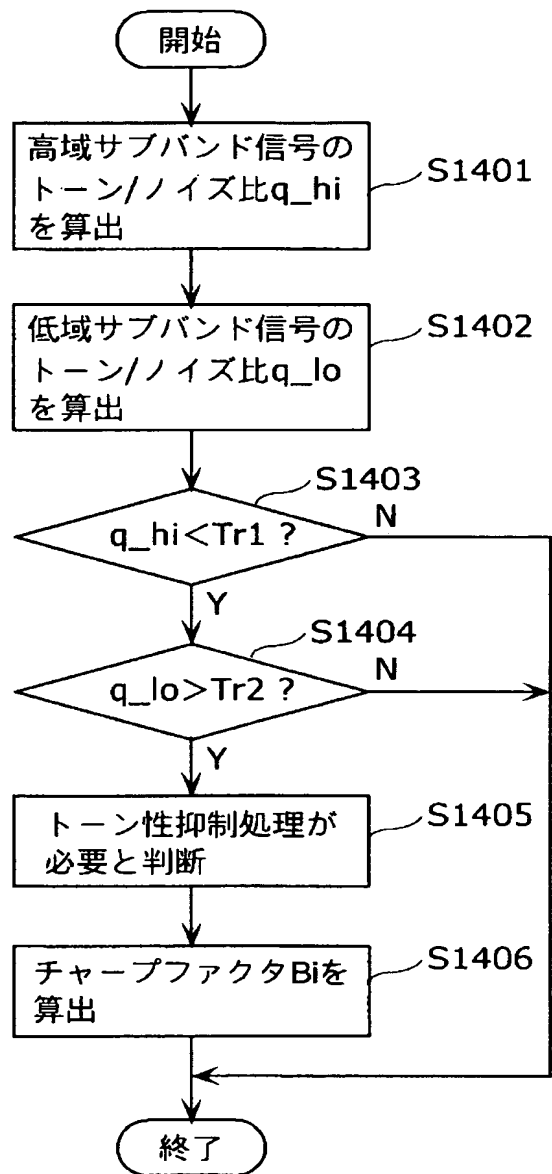
[圖12]



[13]

Case	(1101) Tone is in k	(1102) Tone is between k,k+1	(1103) Tone is between k,k-1
Energy Criteria	$E(k) > Ethres * E(k-1)$ AND $E(k) > Ethres * E(k+1)$	$E(k) > Ethres * E(k-1)$ AND $E(k+1) > Ethres * E(k+2)$	$E(k) > Ethres * E(k+1)$ AND $E(k-1) > Ethres * E(k-2)$
Tonality Criteria	$q_hi(k) > Qthres$	$q_hi(k) > Qthres$ OR $q_hi(k+1) > Qthres$	$q_hi(k) > Qthres$ OR $q_hi(k-1) > Qthres$

[図14]



[図15]

